

Interpretasi Sebaran Mineral Nikel Menggunakan Metode Geomagnet di Desa Tambale Kecamatan Mamosalato

Interpretation of Distribution of Nickel Using Geomagnet Methods in Tambale Village, Sub-district of Mamosalato

Yudi Hermanto^{1*}, Rustan Efendi¹, Abdullah¹

¹Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Tadulako

ABSTRACT

Research on the interpretation of distribution of nickel minerals using geomagnet method in Tambale Village, Mamosalato District have been done. This research to interpretation the distribution of nickel minerals by analyzing the distribution of the nickel mineral carrier rocks. Stages of research include; data acquisition, IGRF correction and daily variation correction, separation of magnetic anomalies to residual magnetic anomalies, and modeling. The modeling technique used is 3D inversion modeling technique using MAG3D software. Suseptibility of rocks carrier of nickel minerals between 0.07540 SI to 0.16336 SI. Susptibility is suspected as ultramafic rocks namely peridotite and dunit and metamorphic rocks namely serpentine. The distribution of sueptibility in the south to the north and tend to spread to the east of the study location with an average depth of approximately 60 meters under front of the ground.

Keywords: *Anomaly, Magnetic, Inversion modelling, Suseptibility.*

ABSTRAK

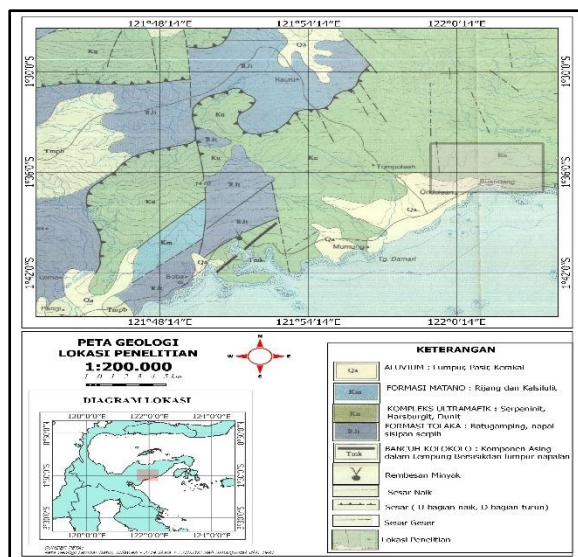
Penelitian dengan menggunakan metode geomagnet telah dilakukan di Desa Tambale, Kecamatan Mamosalato, Kabupaten Morowali Utara. Penelitian ini bertujuan untuk menginterpretasi sebaran mineral nikel dengan menganalisa sebaran batuan pembawa mineral nikel tersebut. Tahapan penelitian meliputi; akuisisi data, melakukan koreksi IGRF dan koreksi variasi harian, melakukan pemisahan anomali magnetik hingga diperoleh anomali magnetik residual, dan melakukan pemodelan. Teknik pemodelan yang digunakan yaitu teknik pemodelan inversi 3D dengan menggunakan *software MAG3D*. Suseptibilitas batuan pembawa mineral nikel diantara 0,07540 SI sampai 0,16336 SI. Suseptibilitas ini diduga sebagai batuan ultramafik yakni peridotite dan dunit serta batuan metamorf yakni serpentine. Sebaran sueptibilitasnya berada di bagian selatan hingga utara dan cenderung menyebar ke arah timur lokasi penelitian dengan kedalaman rata-rata kurang lebih 60 meter di bawah permukaan tanah.

Kata Kunci : *Anomali Magnetik, Pemodelan Inversi, Suseptibilitas.*

*) Corresponding Author: yudi77hermanto@gmail.com (ph/fax: 085394352237)

I. PENDAHULUAN

Salah satu wilayah di Kabupaten Morowali Utara yang diduga berpotensi adanya mineral nikel yaitu wilayah Tambale, Kecamatan Mamosalato. Hal ini ditunjang dari aspek geologi berdasarkan peta geologi lembar batui oleh Simanjuntak dkk. (1993) (Gambar 1). Informasi geologi yang diperoleh bahwa litologi batuan di wilayah Tambale yaitu kompleks batuan ultramafik. Batuan ultramafik ini merupakan batuan dasar pembawa mineral nikel. Sifat kemagnetan kelompok batuan ultramafik termasuk batuan ferromagnetik. Sifat batuan ferromagnetik memiliki suseptibilitas magnetik positif dan besar (Adi, 2009). Salah satu metode geofisika yang memanfaatkan sifat kemagnetan batuan yaitu metode geomagnet.



Gambar 1. Peta geologi lokasi penelitian

Metode geomagnet didasarkan pada pengukuran variasi kecil intensitas medan magnet di permukaan bumi yang disebabkan oleh adanya variasi distribusi batuan termagnetisasi di bawah permukaan bumi (Bagus, 2012). Adanya anomali magnet menyebabkan perubahan dalam medan magnet total bumi dan dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\mathbf{H}_T = \mathbf{H}_A + \mathbf{H}_M + \mathbf{H}_O \quad (1)$$

\mathbf{H}_T adalah medan magnet total, \mathbf{H}_A adalah medan magnet anomali, \mathbf{H}_M adalah medan

magnet utama bumi dan \mathbf{H}_O merupakan medan magnet luar.

Metode geomagnet dalam penelitian ini di aplikasikan untuk mengidentifikasi batuan pembawa mineral nikel dan sebarannya di wilayah Tambale Kecamatan Mamosalato. Interpretasi sebaran batuan pembawa mineral nikel dilakukan dengan pemodelan struktur bawah permukaan menggunakan teknik pemodelan inversi data geomagnet.

Pemodelan inversi (*inverse modeling*) sering dikatakan sebagai kebalikan dari pemodelan kedepan. Menke (1984) mendefinisikan teori inversi sebagai suatu kesatuan teknik atau metode matematika dan statistika untuk memperoleh informasi yang berguna mengenai suatu sistem fisika berdasarkan observasi terhadap sistem tersebut. Sehingga pemodelan inversi dapat digunakan untuk mencari distribusi sifat fisika bawah permukaan berdasarkan data geomagnet.

Prinsip pemodelan inversi yaitu mencari model yang menghasilkan data teoritik yang paling cocok dengan data pengamatan. Algoritma inversi dikembangkan dengan asumsi bahwa permukaan anomali magnetik hanya dihasilkan oleh magnetisasi hasil induksi saja (Li and Oldenburg, 1996).

Aplikasi pemodelan inversi pada data geomagnet dimana model bawah permukaan tanah didiskritisasi menjadi susunan prisma tegak atau kubus dalam ruang 3D. Geometri model tetap, sehingga parameter model adalah intensitas magnetisasi yang homogen tiap kubus (Gambar 2). Hubungan linier antara data \mathbf{d} ($d_i, i=1,2,\dots,N$) dengan parameter model atau intensitas magnetisasi \mathbf{m} ($m_k, k=1,2,\dots,M$) dinyatakan oleh:

$$\mathbf{d} = \mathbf{G} \mathbf{m} \quad (2)$$

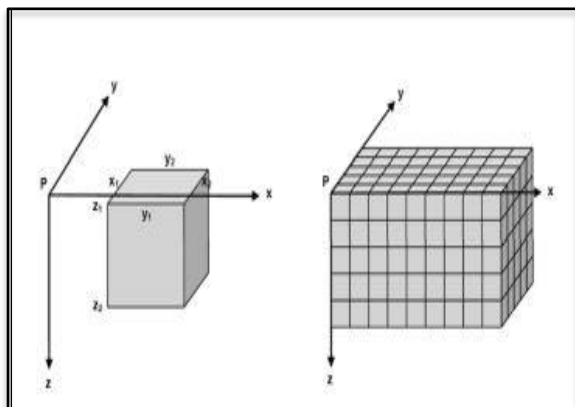
\mathbf{G} adalah matriks kernel ($N \times M$) yang menyatakan sumber anomali menjadi data observasi, dengan N adalah jumlah data dan M adalah jumlah parameter model. Komponen matriks kernel $\mathbf{G} = [\mathbf{G}_{ik}]$

menyatakan kontribusi kubus ke- k dengan intensitas magnetisasi batuan pada anomali magnetik di titik ke- i (Blakely, 1995).

Data pengamatan berada di permukaan bumi pada bidang x, y dengan jumlah N . Sementara parameter model M yakni n_x, n_y , dan n_z adalah masing-masing jumlah kubus hasil diskritisasi dalam arah x, y, z . Sehingga solusi inversi berifat *under-determined* karena M jauh lebih besar dari pada N (Hendra, 2009), maka model akan diperoleh berdasarkan persamaan berikut:

$$\mathbf{m} = \mathbf{G}^T [\mathbf{G}\mathbf{G}^T + \lambda \mathbf{I}]^{-1} \mathbf{d} \quad (3)$$

λ adalah faktor redaman yang digunakan untuk mengurangi pengaruh *noise* terhadap model inversi.



Keterangan: (kiri) untuk perhitungan respon magnetik dititik P, posisi kubus sesuai sumbu x, y, z yaitu x_1, x_2, y_1, y_2 dan (kanan) diskritisasi medium 3D menjadi susunan kubus dengan geometri homogen.

Gambar 2. Geometri model 3D bentuk prisma tegak atau kubus (Hendra, 2009).

Mendonca dan Silva (1994) menggunakan matriks normalisasi \mathbf{D} , untuk memudahkan penentuan faktor redaman. Matriks \mathbf{D} adalah matriks diagonal ($N \times N$) dengan elemen-elemen yang diturunkan dari matriks kernel. Persamaan normalisasi matriks tersebut sebagai berikut:

$$D_{ii} = (\sum_{k=1}^M G_{ik}^2)^{-\frac{1}{2}} \quad (4)$$

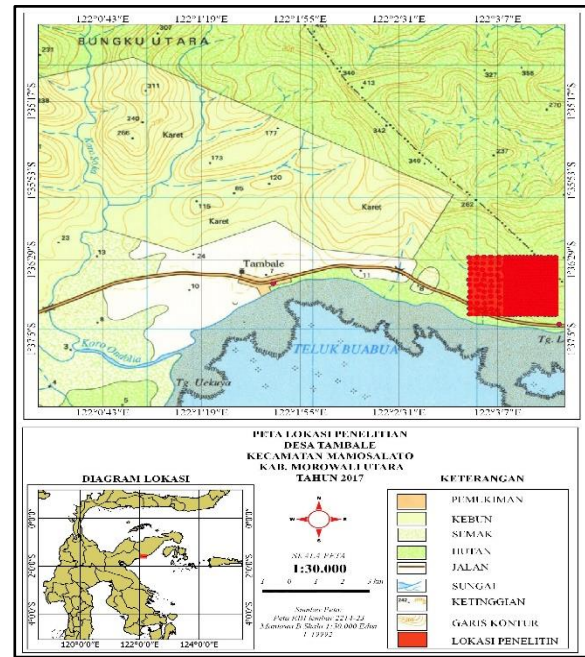
Sehingga persamaan (3), model inversi dapat ditulis kembali menjadi persamaan berikut:

$$\mathbf{m} = \mathbf{G}^T \mathbf{D} [\mathbf{D}\mathbf{G}\mathbf{G}^T \mathbf{D} + \lambda \mathbf{I}]^{-1} \mathbf{D} \mathbf{d} \quad (5)$$

Perhitungan model inversi matriks persamaan 5 menggunakan teknik *singular value decomposition* atau SVD. Penerapan teknik SVD pada pemodelan inversi umumnya dapat menghasilkan solusi inversi yang cukup baik (Press, et.al, 1987).

II. METODE PENELITIAN

Penelitian menggunakan metode geomagnet dilakukan di Desa Tambale, Kecamatan Mamosalato, Kabupaten Morowali Utara, Provinsi Sulawesi Tengah. Lokasi penelitian ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Peta lokasi penelitian

Peralatan yang digunakan dalam penelitian yaitu:

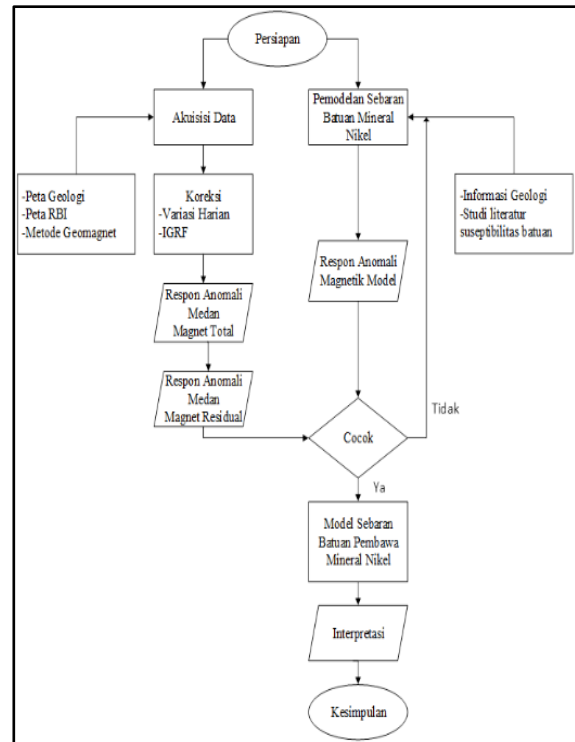
1. Dua set *Proton Precision Magnetometer* merk GS 19T. Digunakan pada pengukuran intensitas medan magnet di *base station* dan *mobile station*.
2. Kompas geologi digunakan sebagai panduan dalam menentukan arah utara dari sensor *proton magnetometer*.
3. GPS, digunakan untuk menentukan posisi pengukuran.

4. Jam sebagai alat penunjuk waktu pada saat pengukuran.
5. Alat tulis untuk menulis data hasil pengukuran.

Prosedur dalam pengolahan data yaitu:

1. Melakukan koreksi variasi harian dan koreksi IGRF. Perhitungan koreksi tersebut menggunakan *software Microsoft Excel*, untuk memperoleh anomali medan magnet total (H_A).
2. Merubah koordinat data pengukuran dari koordinat geografis ke koordinat UTM, dengan bantuan *software Transcor V1.0*
3. Melakukan pemisahan anomali magnetik regional dan anomali magnetik residual.
4. Melakukan filter data anomali magnetik total (H_A) menggunakan *software Surfer 13*. Filter yang di gunakan yaitu *low pass filter* untuk memperoleh anomali magnetik regional.
5. Melakukan pengurangan antara anomali magnetik total dengan anomali magnetik regional untuk mendapatkan nilai anomali magnetik residual
6. Melakukan pemodelan struktur bawah permukaan tanah menggunakan *software MAG3D*, dengan input data yakni data anomali magnetik residual dan data topografi lokasi penelitian.

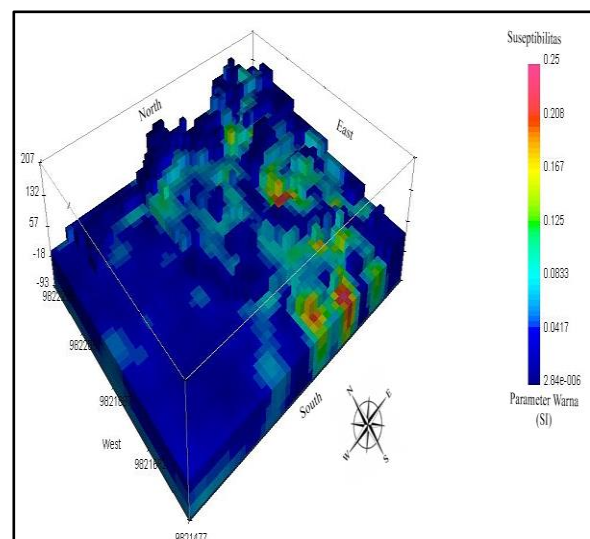
Secara umum, prosedur penelitian yang dilakukan seperti di perlihatkan dalam diagram alir pada Gambar 4.



Gambar 4. Diagram alir penelitian

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pemodelan inversi data geomagnet menggunakan *software MAG3D* berupa model sebaran nilai suseptibilitas batuan di lokasi penelitian. Sebaran suseptibilitas batuan lokasi penelitian di perlihatkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Sebaran suseptibilitas batuan lokasi penelitian

Kontras nilai suseptibilitas pada Gambar 5 menunjukan adanya indikasi batuan

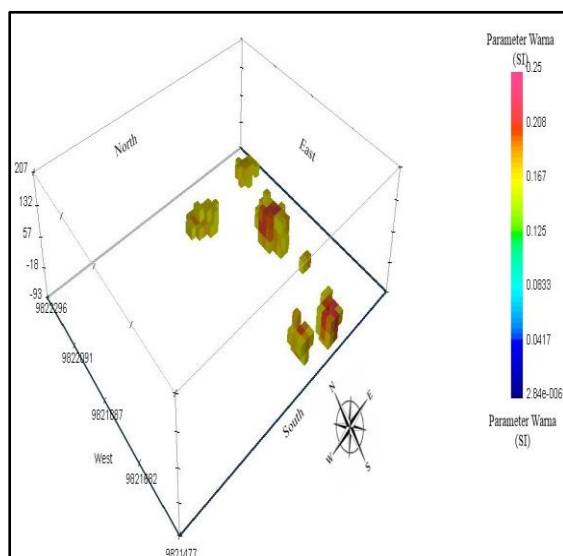
ferromagnetik di lokasi penelitian. Batuan ferromagnetik merupakan batuan induk dalam proses pembentukan endapan mineral nikel. Sebaran suseptibilitas batuan di lokasi penelitian dikelompokkan berdasarkan nilai suseptibilitas batuan dan mineral (Telford, 1990), yang diduga berada di lokasi penelitian, seperti dalam Tabel 1.

Tabel 1. Suseptibilitas batuan dan mineral

Batuan & Mineral	Suseptibilitas (SI)
Ilmenite	1,88500
Pyrrotite	1,57080
Peridotite	0,16336
Serpentine	0,14000
Dunit	0,08700
Gabro	0,07540
Basalt	0,07540
Porpiri	0,06283
Limonit	0,00276
Hematit	0,00691
Clay	0,00025

Sumber: Telford et.al, 1990

Sebaran suseptibilitas batuan di lokasi penelitian dengan nilai $> 0,16336$ SI - $0,25$ SI. Ditunjukkan pada Gambar 6.

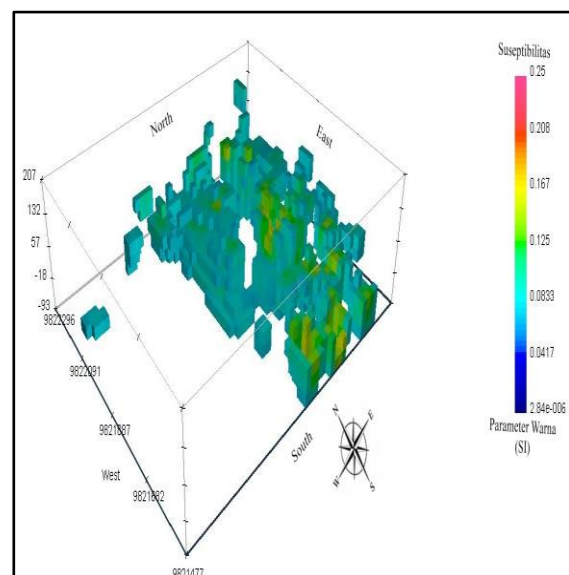


Gambar 6. Sebaran suseptibilitas $> 0,16336$ SI - $0,25$ SI lokasi penelitian

Sebaran suseptibilitas Gambar 6, diduga sebagai batuan dengan kandungan mineral ferromagnetik. Jenis batuan ini diinterpretasi sebagai batuan yang mengandung mineral Fe tinggi dan mineral

nikel sangat rendah. Sebaran suseptibilitas batuan acak hanya di jumpai dibagian utara dan selatan yang cenderung ke arah timur lokasi penelitian dan secara umum berada pada kedalaman cukup dalam.

Sebaran suseptibilitas dengan nilai $0,16336$ SI – $0,07540$ SI diperlihatkan pada Gambar 7. Sebaran suseptibilitas ini diduga sebagai respon dari batuan peridotite, dunit dan serpentine. Batuan peridotite dan dunit adalah batuan ultramafik yang banyak mengandung mineral olivin dan piroksen. Mineral-mineral tersebut tidak stabil dan mudah mengalami pelapukan. Batuan serpentine merupakan batuan metamorfosa hasil pelapukan batuan ultramafik. Batuan serpentine banyak mengandung mineral magnesium silikat, dan besi oksida. Mineral-mineral dari batuan peridotite, dunit dan serpentine merupakan mineral yang berasosiasi dengan nikel. Sehingga batuan pembawa mineral nikel diinterpretasi berada pada interval suseptibilitas ini.

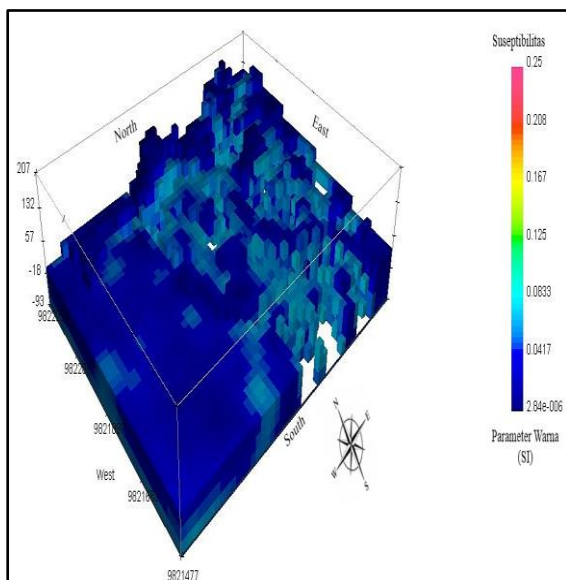


Gambar 7. Sebaran suseptibilitas $0,16336$ SI – $0,07540$ SI lokasi penelitian

Sebaran suseptibilitas pada Gambar 7 memperlihatkan sebaran suseptibilitas batuan berada di bagian selatan hingga ke bagian utara yang cenderung ke arah timur lokasi penelitian dan sedikit dijumpai pada bagian barat. Kedalaman suseptibilitas batuan sangat variatif, hal ini dipengaruhi

oleh keadaan topografi lokasi penelitian. Untuk wilayah yang topografinya relatif landai, kedalaman suseptibilitas batuan dapat dijumpai pada kedalaman dangkal. Kedalaman dangkal terdapat di bagian barat dan selatan lokasi penelitian, dengan kedalaman berkisar antara 30 meter - 60 meter di bawah permukaan tanah. Sebaran suseptibilitas pada kedalaman yang cukup dalam, terlihat dibagian tengah dan Timur lokasi penelitian dengan kedalaman sekitar 90 meter dibawah permukaan tanah. Kedalaman rata-rata sebaran suseptibilitas batuan ini diperoleh sekitar 60 meter dibawah permukaan tanah.

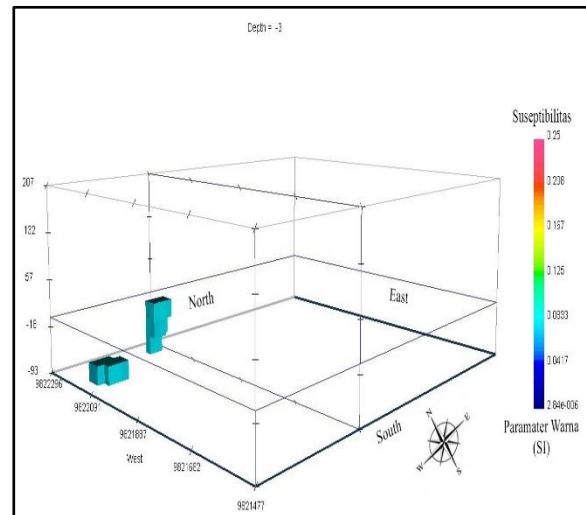
Sebaran suseptibilitas dengan nilai $< 0,07540 \text{ SI} - 0,000002,8 \text{ SI}$, diperlihatkan Gambar 8. Sebaran suseptibilitas ini diduga sebagai respon dari batuan mafik yakni gabro, basalt, diabas dan porfiri, serta batuan sedimen berupa lempung dan kerikil. Mineral-mineral yang terkandung pada batuan ini berupa mineral hidroksida yakni mineral limonit dan sedikit kontaminan dari hematite. Secara umum sebarannya menutupi seluruh lokasi penelitian.



Gambar 8. Sebaran suseptibilitas $< 0,07540 \text{ SI} - 0,000002,8 \text{ SI}$

Interpretasi sebaran batuan pembawa mineral nikel dilakukan dengan membagi model sebaran suseptibilitas yang diduga sebagai batuan pembawa mineral nikel,

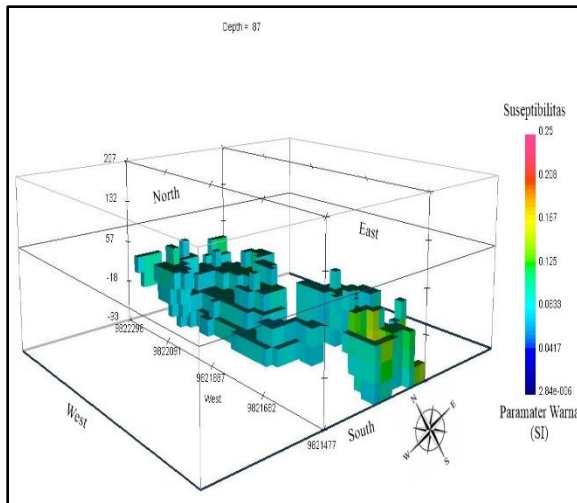
yakni sebaran suseptibilitas dengan nilai $< 0,07540 \text{ SI} - 0,0000028 \text{ SI}$.



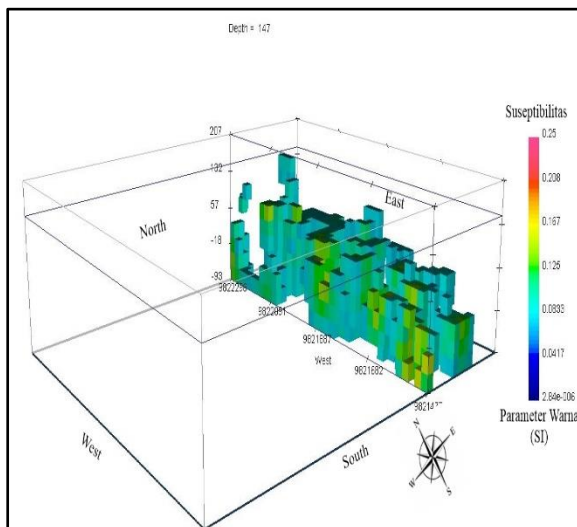
Gambar 9. Sebaran suseptibilitas batuan yang di duga sebagai pembawa mineral nikel bagian Selatan-Barat

Sebaran suseptibilitas batuan yang diduga sebagai pembawa mineral nikel bagian Selatan-Barat, ditunjukan pada Gambar 9. Terlihat bahwa sebaran batuan hanya sedikit dan cenderung ke arah utara lokasi penelitian, dengan kedalaman 30 meter hingga 60 meter dibawah permukaan tanah.

Sebaran suseptibilitas batuan yang diduga sebagai pembawa mineral nikel untuk bagian tengah lokasi penelitian diperlihatkan pada Gambar 10. Terlihat keberadaan batuan pembawa mineral nikel cenderung berkurang di bagian selatan dan kedalamannya sangat bervariasi, yakni pada kedalaman 60 meter sampai 90 meter di bawah permukaan tanah.



Gambar 10. Sebaran suseptibilitas batuan yang diduga sebagai pembawa mineral nikel bagian tengah



Gambar 11. Sebaran suseptibilitas batuan yang di duga sebagai pembawa mineral nikel bagian Selatan-Timur

Sebaran suseptibilitas batuan yang diduga sebagai batuan pembawa mineral nikel di bagian Selatan-Timur diperlihatkan pada Gambar 11. Pada bagian ini sebaran batuanya tersebar merata, namun sedikit berkurang pada bagian timur dan kedalamannya bervariasi yang dipengaruhi oleh keadaan topografi. Pada bagian ini kedalamannya berkisar antara 30 meter hingga 90 meter di bawah permukaan tanah.

Interpretasi kedalaman suseptibilitas batuan yang diduga sebagai pembawa mineral

nikel disetiap bagian wilayah diperlihatkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Inetrpretasi sebaran batuan yang diduga sebagai pembawa mineral nikel

Interval	Batuan/ Mineral	Permukaan	Interpretasi	
			Atas	Bawah
Suseptibilitas	Mineral	Bagian	Kedalaman	
SI			(Meter)	(Meter)
0,07540- 0,16336	Peridotite, Dunit/ Olivin	1	27	-3
			-3	-63
			147	57
	Piroksen	2	27	-33
			177	147
	Serpentine	3	27	-63
rata-rata			60	

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan di Desa Tambale, menggunakan pemodelan inversi data geomagnet disimpulkan bahwa suseptibilitas batuan pembawa mineral nikel diantara 0,0750 SI sampai 0,16336 SI. Suseptibilitas ini diduga sebagai batuan ultramafik yakni peridotite dan dunit serta batuan metamorf yakni serpentine. Sebaran sueptibilitasnya berada dibagian selatan hingga utara dan cenderung menyebar ke arah timur lokasi penelitian dengan kedalaman rata-rata kurang lebih 60 meter di bawah permukaan tanah.

Untuk memperoleh informasi yang lebih lengkap, mengenai struktrur lapisan laterit disarankan melakukan penyelidikan geofisika menggunakan metode *Electrical Resistivity Tomography*, serta melakukan pengukuran suseptibilitas batuan di laboratorium untuk melihat kandungan mineralnya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih kepada Dr. Rustan Efendi, S.Si, M.T dan Drs. Abdullah, M.T selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktunya dalam membina dan berbagi ilmu pengetahuan, serta kepada semua pihak yang telah membantu penelitian dan penyusunan tugas akhir ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Adi, T. (2009), *Presisi Endapan Nikel Laterit Berdasarkan Model Geokimia Batuan Ultramafik Daerah Sorowako Sulawesi Selatan*. UNHAS.
- Bagus, J. (2012), *Interpretasi Metode Magnetik Untuk Penentuan Struktur Bawah Permukaan Di Sekitar Gunung Kelud Kabupaten Kediri*. ITS, Surabaya.
- Blakely, R., J. 1995, *Potential theory in Gravity and Magnetic Application*, Cambridge University Press.
- Hendra, G. (2009). *Pengantar Pemodelan Inversi Geofisika*. Institut Teknologi Bandung.
- Li, Y. and Oldenburg. (1996). *3D Inversion Of Magnetic Data*. Geophysics.
- Menke. (1984). *Geophysical Data Analysis: Discrete Inverse Theory*. Academic Press, Inc., New York.
- Mendoca, C., A., Silva, J., B., C. (1994). *The Equivalent Data Concept Applied To The Interpolation Of Potential Field Data*. Geophysics, 59:722-733.
- Press, W., H., Flannery, B., P., Teukolsky, S., A., Vetterling, W., T. (19987). *Numerical Recipes: The Art Of Scientific Computing*. Cambridge University Press.
- Simanjuntak, R., L., Surono, T., O., Situmorang, dan Sukido. (1993). *Peta Geologi Lembar Batui, Sulawesi Geological Map Of The Batui Quadrangel, Sulawesi*. Teknik Geologi UGM.
- Telford. W., M., Geldart, L., P., Sheriff, R., E. (1990). *Applied Geophysics, Second Edition*. USA: Cambridge University.